

УДК 62

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОТОРНЫХ ДИСПЕРГАТОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ШОКОЛАДНЫХ ПРОДУКТОВ

Б.Г. Валиев, С.Н. Кравченко, В.М. Лопатин, Л.Н. Березко

Описаны технологические особенности производства шоколада и приведены результаты использования роторного диспергатора в процессе вымешивания шоколадной глазури. Эффективность работы диспергатора подтверждена результатами микроскопического исследования опытных проб продукции.

Ключевые слова: шоколад, конширование, роторный диспергатор, кавитационное диспергирование.

История познания шоколада как вкусного и полезного продукта питания насчитывает примерно 3000 лет, из которых два последних столетия относятся к периоду массового распространения шоколадных продуктов во всем мире. Широкому распространению шоколада в прошлом веке способствовало множество изобретений в части технологии и рецептуры новых шоколадных продуктов, а также последовательное развитие машинных технологий переработки сырья и организация промышленного производства продукции, содержащей в своем составе масло и порошок какао-бобов [1].

Современная фабрика по производству шоколада представляет собой частично или полностью автоматизированную линию с электронным управлением, которое позволяет поддерживать заданные технологические параметры на разных этапах производства и гарантирует выпуск высококачественной шоколадной продукции. Основными исходными продуктами для производства шоколада являются, как правило, какао-порошок, какао-масло и сахар. Смесь исходных продуктов дополняется различными полезными и ароматизирующими веществами, а затем подвергается последовательной обработке на линии технологического оборудования. К числу обязательных технологических операций переработки относятся предварительное измельчение какао-порошка и сахара, расплавление и получение смеси какао-масла (или его заменителя) с сахаром и порошком какао, интенсивное вымешивание шоколадной массы при повышенной температуре, формование готовых шоколадных изделий.

Одной из наиболее трудоемких и ответственных операций является долговременное вымешивание шоколадной массы, которое называется коншированием. Операция конширования выполняется в подогреваемой емкости и сочетает механическое воздействие с термической обработкой продукта. При изготовлении обыкновенного шоколада конширование мо-

жет продолжаться от 3 до 5 часов при температуре 40–45 °С, а при изготовлении шоколада десертных сортов – до 72 часов при температуре 60–70 °С. В результате конширования повышается гомогенность продукта и степень дисперсности компонентов, входящих в состав шоколадной смеси. Конширование обеспечивает получение однородной мелкодисперсной структуры определенной вязкости с равномерным распределением твердых частиц в жидкой среде. В результате термомеханической обработки шоколад приобретает изысканный вкус, цвет и аромат, а также специфическое свойство «таяния» во рту.

В производстве шоколада одной из основных проблем является длительность технологических операций и, в первую очередь, операции конширования. Высокая длительность процесса конширования вполне оправдана, поскольку любые операции измельчения твердых тел требуют значительных затрат энергии и времени. Длительное вымешивание шоколадной массы приводит к повышенным трудовым и энергетическим затратам, повышает стоимость популярного и полезного продукта, занижает долю десертного шоколада на рынке шоколадных продуктов.

Между тем существуют способы измельчения твердых частиц, основанные на других физических принципах, которые обеспечивают повышенную эффективность процесса измельчения. К устройствам, основанным на других физических принципах, относятся аппараты роторного типа, в которых в дополнение к механическому воздействию создаются условия для возникновения кавитационных явлений в обрабатываемой среде. К настоящему времени аппараты роторного типа хорошо известны как устройства для ускорения химико-технологических процессов в различных отраслях промышленности [2]. В пищевой промышленности также имеется опыт применения роторных кавитационных аппаратов [3], но достигнутые при этом результаты недостаточны для распространения кавитационной технологии на другие продукты питания, в частности, на шоколадные продукты.

Цель настоящей работы состоит в освоении технологии и получении опыта использования роторного аппарата в производстве шоколадной глазури. Шоколадная глазурь является одним из основных шоколадных продуктов, который широко используется для покрытия разнообразных кондитерских изделий: конфет, вафель, драже, пастилы, зефира, а также для шоколадной отделки тортов, бисквитов и пирожных. Проблемы производства шоколадной глазури, как и других шоколадных продуктов, связаны с завышенной трудоемкостью и продолжительностью процесса приготовления. Для сокращения длительности технологический процесс приготовления глазури постоянно совершенствуется путем разработки и внедрения более эффективного оборудования. Использование роторных кавитационных аппаратов также преследует цель совершенствования технологической линии приготовления глазури.

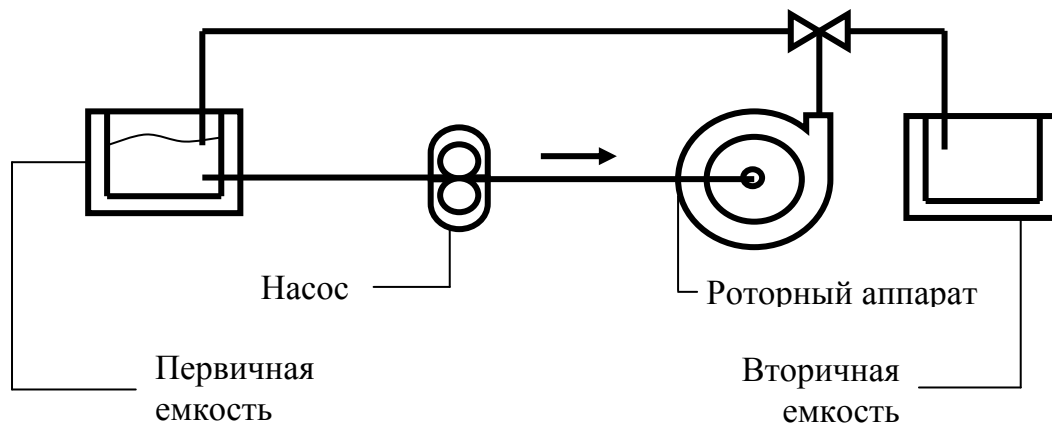


Рис. 1. Схема подключения роторного аппарата к емкостям для вымешивания шоколадной глазури

Темная шоколадная глазурь представляет собой мелкодисперсную смесь частиц какао-порошка и сахара-песка в дисперсной среде, состоящей из лауринового жира, лецитина, эмульгатора и ванилина, доли которых в смеси поддерживаются в определенном рецептурном соотношении. Приготовление смеси обычно начинается с предварительного измельчения частиц какао и сахара, которое выполняется, например, с помощью пяти-валковой мельницы. Измельченная смесь порошков какао и сахара собирается в первичной емкости и заливается маслом с необходимыми рецептурными добавками, полученная смесь прогревается до температуры 47–48 °С и находится в условиях постоянного перемешивания.

Роторный аппарат, который был специально разработан для приготовления шоколадной глазури, включается в производственную линию в соответствии со схемой, представленной на рис. 1. Выбранная схема позволяет работать в режиме циркулирования или возврата смеси в первичную емкость, а также в режиме однократного прохождения со сбором готового продукта во вторичной емкости.

Внешний вид роторного аппарата и его рабочих элементов показан на рис. 2. Аппарат построен по принципу гидродинамической сирены, по оси которой расположены неподвижный статор и вращающийся ротор. Рабочая камера аппарата окружена водяной рубашкой, необходимой для поддержания температуры обработки шоколадной смеси. При вращении ротора вследствие периодического совмещения каналов ротора и статора в обрабатываемой среде возникают пульсации давления, которые являются причиной возникновения импульсной акустической кавитации. Импульсная кавитация в дополнение к механическому воздействию приводит к измельчению частиц, попадающих в кавитационную зону, и повышению степени дисперсности смеси.

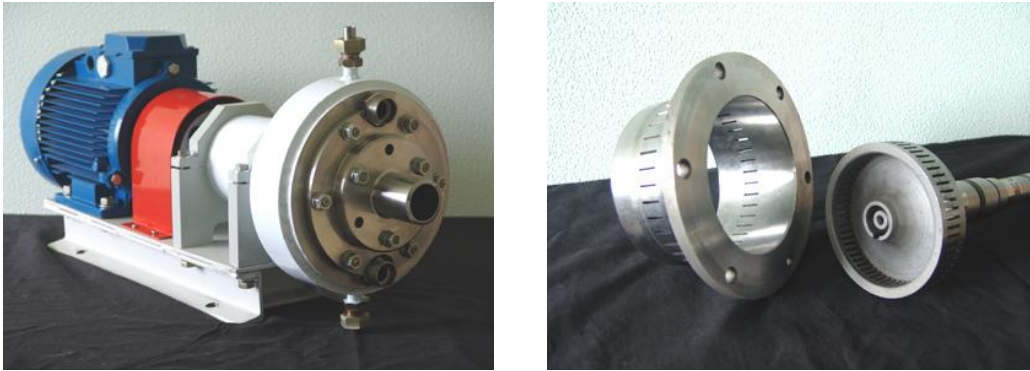


Рис. 2. Роторный аппарат для обработки шоколадной глазури и его рабочие элементы

Методика испытаний роторного аппарата в составе линии производства шоколадной глазури заключалась в обработке опытных партий шоколадной смеси, подготовленной по стандартной рецептуре для вымешивания. Вес опытных партий составлял от 100 до 500 кг. Перед началом обработки вся аппаратная часть прогревалась до температуры 47–48 °С, затем последовательно включались насос, подающий смесь на обработку, и роторный аппарат. В процессе обработки контролировались величина тока электродвигателя, приводящего в действие роторный аппарат, температура и скорость потока глазури на входе и выходе аппарата, количество обработанной массы, время и другие параметры. Перед началом и по окончании процесса брались пробы продукта для определения вкусовых показателей и проведения микроструктурных исследований.

Контроль параметров процесса при обработке опытных партий шоколадной массы позволил получить некоторые результаты, характеризующие особенности использования роторного аппарата.

1. Пробные пуски доказали возможность включения роторного аппарата в линию приготовления шоколадной глазури, а также возможность ускоренной обработки шоколадной смеси с понижением исходного уровня дисперсности.

2. На начальных этапах испытаний было определено, а впоследствии подтверждено, что для надежной и долговременной работы аппарата требуется использовать электродвигатель мощностью не менее некоторого номинального значения. При уменьшении мощности двигателя ниже номинального значения вырастает величина тока электродвигателя и возникает его перегрев, что является следствием высокой вязкости обрабатываемой среды. Полученное на практике номинальное значение мощности составило 10 кВт и в дальнейшем использовалось для определения экономических показателей процесса.

3. Для надежной работы роторного аппарата необходимо согласовывать производительность аппарата с производительностью насоса, подающего смесь в аппарат. При недостаточной производительности насоса снижается напор жидкости, необходимый для возникновения режима кавитации, возникает передержка и перегрев смеси в рабочей камере аппарата. При избыточной производительности насоса, напротив, образуется избыток жидкости, вызывающий дополнительную нагрузку на аппаратуру.

Образцы шоколадной глазури, пропущенной через роторный аппарат, подвергались микроскопическому исследованию с целью определения состава и степени дисперсности смеси. Методика исследования заключалась в просвечивании тонкослойной пробы на оптическом микроскопе с регистрацией микроскопического изображения на цифровую камеру. Микрофотографии взятых проб, представленные на рис. 3, отражают состав диспергированной смеси и размер частиц, входящих в состав смеси. Обработка результатов микроскопических исследований позволила сделать следующие выводы.

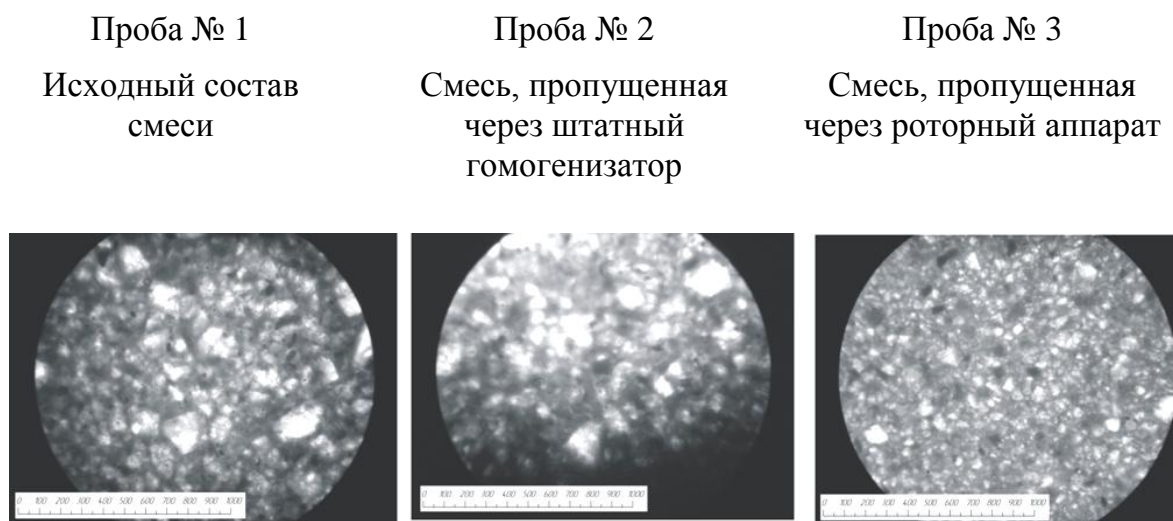


Рис. 3. Микрофотографии шоколадной глазури

1. В составе продукта на начальной и конечной стадии процесса во всех пробах хорошо различимы темные частицы – какао-порошок и светлые частицы – сахар-песок. Этот факт подтверждает, что шоколадная глазурь является дисперсной системой, в которой дисперсная фаза состоит из двух компонентов – частиц какао и сахара. При этом количество и размер частиц сахара на микрофотографиях превосходит количество и размер частиц какао, что является следствием рецептурного соотношения компонентов и их дисперсного состава в исходной смеси. Отсюда следует вывод о том,

что роторный аппарат в составе линии обработки шоколадной глазури в большей степени должен быть ориентирован на переработку сахарного песка с учетом размеров, концентрации и твердости его частиц в обрабатываемой смеси.

2. В исходном продукте (проба № 1) максимальный размер частиц сахара достигает 200 мкм, при этом размер частиц какао не превышает 100 мкм. Этот результат отражает особенность обработки сахарного песка и какао-порошка на предварительной стадии измельчения, которая выполнялась с помощью пятивалковой мельницы. Недостатком работы пятивалковой мельницы является получение значительной разности в размерах частиц какао и сахара, которая сохраняется при последующей обработке. В конечном итоге этот фактор затрудняет получение качественного однородного продукта. Для более эффективной обработки смеси на роторном аппарате предпочтительно готовить исходную смесь с близким уровнем дисперсности по всем входящим компонентам.

3. Обработка смеси с помощью штатного гомогенизатора (проба № 2), входящего в состав производственной линии, не вносит изменения в дисперсный состав смеси как по одной, так и по другой твердой компоненте. Полученный результат вполне ожидаемый, поскольку гомогенизатор предназначен в первую очередь для повышения однородности смеси.

4. В продукте, который однократно пропущен через роторный аппарат (проба № 3), хорошо различимо изменение дисперсного состава в сторону уменьшения размеров частиц сахара и частиц какао. В диспергированном продукте размеры частиц сахара находятся в интервале от 20 до 100 мкм, размеры частиц какао – в интервале от 20 до 50 мкм. С учетом того, что шоколадная глазурь является продуктом-полуфабрикатом, можно считать, что достигнутый уровень по дисперсности частиц какао является приемлемым. Повышенная же дисперсность сахара в готовом продукте отражает исходную дисперсность частиц сахара.

5. Изменяя режимы работы диспергатора, можно получить любую дисперсность глазури вплоть до 10 микрон, что соответствует качеству продукта «десертный», а это, в свою очередь, резко повышает экономическую эффективность производства.

6. Если характеризовать процесс скоростью уменьшения размеров частиц, то можно сделать вывод о том, что производительность обработки смеси на роторном аппарате в несколько раз выше производительности процесса термомеханического вымешивания. Высокая производительность и скорость обработки является отличительным преимуществом аппаратов роторного типа, которое позволяет принципиально решать задачу по снижению затрат на производство глазури. В перспективе эффективность аппаратов может быть повышена за счет использования новых конструктивных решений [4, 5].

В целом полученные результаты характеризуют роторный аппарат как перспективное устройство для формирования технологической линии приготовления шоколадной глазури, а выводы настоящей работы следует рассматривать как рекомендации для практического внедрения роторных аппаратов в производство шоколадных продуктов питания.

Библиографический список

1. Кузнецова, Л.С. Физико-химические основы переработки какао-бобов / Л.С. Кузнецова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
2. Промтов, М.А. Пульсационные аппараты роторного типа / М.А. Промтов. – М.: Машиностроение, 2001.
3. Аитова, Н.В. Разработка технологии плодоовощных нестерилизуемых паст закусочных острых с использованием кавитационного диспергирования: дис. ... канд. техн. наук / Н.В. Аитова. – М., 2002.
4. Валиев Б.Г., Кравченко С.Н., Лопатин В.М., Печенкин Л.А. Двухконтурный роторный аппарат. Патент РФ №2382682 по заявке №2007123724/28 от 26.06.2007. Опубликовано 10.01.2009, бюл. № 1.
5. Валиев Б.Г., Кравченко С.Н., Лопатин В.М. Способ диспергирования жидкостей, их смесей и взвесей твердых тел в жидкостях. Патент РФ № 2344874 по заявке № 2007130530/15 от 9.08.2007. Опубликовано 27.01.2009, бюл. № 3.

[К содержанию](#)